

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DENGAN
PROSES OKSIDASI TOLUENA DAN KATALIS KOBALT ASETAT
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

DYAH SULISTYANI SAFITRI

D 500 120 055

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DENGAN PROSES OKSIDASI TOLUENA DAN KATALIS KOBALT ASETAT KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

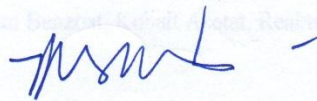
PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

DYAH SULISTYANI SAFITRI
D 500 120 055

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen
Pembimbing



Ir. Herry Purnama. M.T., Ph.D
NIK. 664

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DENGAN PROSES
OKSIDASI TOLUENA DAN KATALIS KOBALT ASETAT
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

Oleh :

DYAH SULISTYANI SAFITRI

D 500 120 055

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 02 Februari 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. (.....)
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D. (.....)
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. (.....)
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

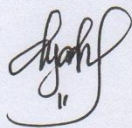
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2 Februari 2017

Penulis



DYAH SULISTYANI SAFITRI

D500120055

PRARANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT DENGAN PROSES OKSIDASI TOLUENA DAN KATALIS KOBALT ASETAT KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

Abstrak

Prarancangan pabrik asam benzoat dengan proses oksidasi toluena dengan kapasitas 45.000 ton/tahun ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan asam benzoat di Indonesia. Reaksi pembentukan asam benzoat dari toluena melalui proses oksidasi dengan oksigen yang berasal dari udara bebas dan dengan bantuan katalis *cobalt acetate* menghasilkan asam benzoat, oksigen sisa, nitrogen, air dan benzaldehida. Reaksi ini berlangsung pada fase cair-gas di dalam reaktor gelembung (*bubble column reactor*) yang bekerja secara kontinyu pada kondisi operasi suhu 150°C, tekanan 3 atm, konversi reaksi 50%, yield 90%, eksotermis, *irreversible*, *isothermal* dan *non adiabatic*.

Pabrik asam benzoat direncanakan didirikan di daerah Tuban, Jawa Timur. Pemilihan ini didasarkan pada penyediaan utilitas dan sarana pendukung yang memadai di daerah tersebut. Bahan baku toluena yang dibutuhkan sebanyak 8.573,88 kg/jam dengan udara sebesar 19.488,29 kg/jam dan katalis *cobalt acetate* sebanyak 10,83 kg/jam akan menghasilkan produk asam benzoat sebanyak 5.681,82 kg/jam. Alat-alat utama yang digunakan dalam proses pembentukan asam benzoat adalah reaktor gelembung, *centrifugal decanter*, menara distilasi, kristalizer, filter, evaporator, dan *rotary dryer*. Sedangkan unit pendukung proses antara lain unit penyediaan *steam*, pengadaan dan pengolahan air, pembangkit tenaga listrik, pengadaan bahan bakar, penyedia udara tekan dan pengolahan limbah. Unit penyediaan air diperoleh dari air sungai Bengawan Solo dan unit pembangkit tenaga listrik diperoleh dari PLN dan generator set.

Perusahaan ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Modal tetap atau *fixed capital investment (FCI)* yang digunakan untuk mendirikan pabrik adalah Rp 247.259.937.057 dengan modal kerja atau *working capital (WC)* sebesar Rp 22.617.794.048. Analisa ekonomi memperlihatkan bahwa keuntungan sesudah pajak Rp 72.887.402.310 per tahun, setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp 54.665.551.733 per tahun. *Return on investment (ROI)* sebelum pajak 29,48% dan setelah pajak 22,11%. *Pay out time (POT)* sebelum pajak 2,53 tahun dan setelah pajak 3,11 tahun. Kondisi *break event point (BEP)* pada nilai 49,9% kapasitas produksi, sedangkan *shut down point (SDP)* sebesar 24,5%. *Discounted cash flow (DCF)* dalam perancangan sebesar 32,73%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Toluena, Asam Benzoat, Kobalt Asetat, Reaktor Gelembung

Abstract

Pre-design factory of benzoic acid by the process of oxidation of toluene with a capacity of 45,000 tons/year it aims to meet the needs of benzoic acid in Indonesia. Reaction formation of benzoic acid from toluene oxidation with oxygen through a process that comes from the air and with the help of an cobalt acetate catalyst produces benzoic acid, residual oxygen, nitrogen, water and benzaldehyde. This reaction takes place in a gas-liquid phase in reactor-bubble (bubble column reactor) that works continuously on a operating conditions temperature 150 ° C, 3 atm pressure, conversion reaction yield 50%, 90%, an exothermic, isothermal and non adiabatic.

The factory was established in the planned benzoic acid area of Tuban, East Java. The selection is based on the provision of utilities and means of supporting in the area. Raw materials required as much toluene 8,573.88 kg/h, with an air of 19,488.29 kg/h and an

cobalt acetate catalyst as much 10.83 kg/h will produce benzoic acid as much as 5,681.82 kg/h. The main tools used in the process of formation of benzoic acid is centrifugal decanter, reactor-bubble, distillation towers, crystalizer, filter, evaporator, and rotary dryer. While the process of supporting units, among others, the provision of the steam units, procurement and water treatment facilities, power plants, fuel procurement, providers of compressed air and waste treatment. The unit's water supply is obtained from the Bengawan Solo river and the hydroelectric unit retrieved from PLN and generator sets.

The company is the shape of a limited liability company (PT) with a system of employee based on Division of Labor which consists of employees of the shift and non-shift. Fixed capital or fixed capital investments (FCI) used to establish the factory is Rp 247,259,937,057 with working capital or working capital (WC) amounting to Rp 22,617,794,048. The economic analysis showed that the profit after tax of Rp 72,887,402,310 per year, after the tax cut 25% profit reached Rp 54,665,551,733 per year. Return on investment (ROI) 29.48% before tax and after-tax 22,11%. Pay out time (POT) before tax and after tax year 2.53 3.11 years. The condition of the break event point (BEP) on the value of 49.9% production capacity, while shut down point (SDP) of 24.5%. Discounted cash flow (DCF) in the design of 32,73%. From the data analysis of the feasibility of the above it was concluded that the plant is profitable and viable to set up.

Keywords: Toluene, Benzoic acid, Cobalt Acetate, Bubble Reactor

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era pasar bebas saat ini industri kimia di Indonesia mengalami peningkatan dari segi kualitas maupun kuantitas terbukti dengan banyaknya pendirian industri kimia sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan bahan baku, bahan pembantu maupun tenaga kerja. Industri asam benzoat merupakan salah satu industri kimia yang mempunyai prospek yang menguntungkan, karena asam benzoat mempunyai banyak kegunaan di bidang industri makanan maupun farmasi. Asam benzoat digunakan sebagai bahan pengawet makanan, sedangkan di industri farmasi sebagai antiseptik, kaprolaktam, glikol benzoat, sodium dan potassium benzoat.

Produksi asam benzoat umumnya diproduksi dari reaksi toluena dengan oksigen pada kondisi operasi tertentu. Bahan baku toluena dapat diperoleh dengan mudah, karena di Indonesia diproduksi bahan tersebut. Manfaat didirikannya pabrik asam benzoat di Indonesia antara lain sebagai bahan baku dasar yang dapat memacu pertumbuhan industri lain, mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia dan mengurangi ketergantungan impor dari negara asing.

1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik asam benzoat ada beberapa pertimbangan diantaranya berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan literatur pabrik yang telah ada di luar negeri.

Tabel 1. Data impor asam benzoat

No	Tahun	Jumlah (ton)
1.	2005	5.374,527
2.	2006	4.793,607
3.	2007	4.931,899
4.	2008	5.556,717
5.	2009	5.531,268
6.	2010	6.750,764
7.	2011	7.269,019
8.	2012	7.084,790
9.	2013	6.894,767
10.	2014	7.232,787

Tabel 2. Kapasitas produksi asam benzoat di luar negeri

No	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1.	<i>Kalama Chemical, Kalama, Washington</i>	80.000
2.	<i>Chatterton Petrochemical, Delta, B.C., Canada</i>	65.000
3.	<i>Velsicol Chemical, Chattanooga, Tennessee</i>	32.500

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh besar terhadap keberhasilan perusahaan. Faktor yang dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi dan tenaga kerja. Berdasarkan tinjauan tersebut maka lokasi pabrik asam benzoat dengan kapasitas 45.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Tuban, Propinsi Jawa Timur.

1.4 Kegunaan Produk

Secara komersil asam benzoat digunakan pada berbagai macam industri, di antaranya:

- Digunakan pada industri farmasi, yaitu sebagai *ingredient* dalam bahan campuran atau tambahan sebagai *flavouring agent*, juga sebagai bahan intermediet pembuatan obat-obatan.
- Pada industri makanan digunakan sebagai pengawet makanan dan industri minuman sebagai bahan tambahan dan *odorant*.
- Pada industri kosmetik sebagai *flavouring agent*

2. METODE

2.1 Dasar Reaksi

Pada proses pembuatan asam benzoat di dalam reaktor terjadi proses oksidasi toluena dan udara dengan katalis *cobalt acetate* dapat ditulis reaksinya sebagai berikut:



Reaksi dapat disederhanakan menjadi :



Reaksi berjalan pada kondisi operasi fase cair-gas dengan suhu 150°C, tekanan 3 atm, konversi dijaga 50%, bersifat *non adiabatic*, dan *isothermal*.

2.2 Tinjauan Termodinamika

Untuk menentukan sifat reaksi berjalan eksotermis atau endotermis dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada tekanan 1 atm dan suhu 298,15 K dari reaktan dan produk.

Reaksi :



- Menentukan nilai ΔH°_R

Tabel 3. Nilai ΔH°_f 298 setiap komponen keadaan standar (Yaws, 1999)

Komponen	ΔH°_f 298 (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	50,00
O_2	0
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	-290,20
H_2O	-241,80

$$\Delta H^\circ_{R\ 298} = \Sigma(n \Delta H^\circ_f)\text{produk} - \Sigma(n \Delta H^\circ_f)\text{reaktan}$$

$$\Delta H^\circ_{R\ 298} = -582,00 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga $\Delta H^{\circ}_{R298} = -582,00 \text{ kJ/mol}$ maka reaksi bersifat eksotermis (menghasilkan panas).

b. Menentukan nilai ΔG°_R

Tabel 4. Nilai ΔG°_{f298} setiap komponen keadaan standar (Yaws, 1999)

Komponen	$\Delta G^{\circ}_{f298} \text{ (kJ/mol)}$
$C_6H_5CH_3$	122,01
O_2	0
C_6H_5COOH	-210,41
H_2O	-228,60

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ}_{R298} &= \Sigma \Delta G^{\circ}_{298} \text{ produk} - \Sigma \Delta G^{\circ}_{298} \text{ reaktan} \\ &= -561,02 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Karena harga $\Delta G^{\circ}_{R298} = -561,02 \text{ kJ/mol}$ maka reaksi tersebut berjalan secara spontan.

2.3 Langkah Proses

a.) Tahap persiapan bahan baku

- Unit persiapan toluena

Bahan baku toluena dalam kondisi cair dipompa dari tangki penyimpanan toluena (F-120) (30°C, 1 atm) menuju *mixer-01* (M-210) terlebih dahulu untuk dicampur dengan katalis *cobalt acetate*, air, *recycle* hasil atas menara distilasi-02 (D-320) dan *recycle* hasil atas *centrifugal decanter*.

- Unit persiapan katalis

Katalis dalam bentuk padatan dialirkan dari silo menuju ke *mixer-01* (M-210) untuk dicampur dengan air, toluena (*fresh feed*), *recycle* hasil atas menara distilasi-02 (D-320) dan *recycle* hasil atas *centrifugal decanter*.

- Unit persiapan udara

Udara sebagai oksidator diperoleh dari udara bebas yang terlebih dahulu mengalami pengolahan. Udara terlebih dahulu disaring di *filter* udara (H-611) dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran (debu) yang terkandung dalam udara. Kemudian udara yang bebas dari uap air dan debu dialirkan ke unit *kompresor* (G-211) untuk menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 3 atm. Dengan adanya kenaikan tekanan, udara juga mengalami kenaikan suhu hingga mencapai 91,3°C. Karena itu udara dialirkan ke unit *Heat Exchanger-02* (E-312) untuk menaikkan suhunya

menjadi 150°C dan tekanannya tetap agar sesuai dengan kondisi reaktor (R-110). Udara dialirkan melalui bagian bawah reaktor.

b.) Tahap reaksi pembuatan asam benzoat

Proses pembentukan asam benzoat dari toluena dan udara berlangsung pada reaktor gelembung (*bubble/sparger reactor*) R-110 yang dilengkapi dengan koil pendingin. Sebagai penggelembung dipasang *sparger* berupa pipa-pipa yang berlubang yang dipasang pada bagian bawah reaktor.

Fresh feed (toluena), katalis *cobalt acetate*, air, *recycle* hasil atas *centrifugal decanter* dan *recycle* hasil atas MD-02 dari *mixer-01* (M-210) dipanaskan terlebih dahulu ke *Heat Exchanger-01* (E-311) untuk dinaikkan suhunya menjadi 150°C kemudian diumpankan dari bagian atas reaktor. Udara dari unit *kompresor* (G-211) masuk ke *sparger* melalui bagian bawah reaktor. Reaksi berlangsung di dalam reaktor dengan kondisi operasi suhu 150°C, tekanan 3 atm, *isothermis*, *non adiabatic* dan *eksotermis*. Reaksi oksidasi toluena ini menghasilkan produk asam benzoat dan bahan setengah jadi yaitu benzaldehida. Untuk menjaga suhu reaktor agar tetap konstan maka dilengkapi dengan koil pendingin.

Hasil reaksi yang berupa cairan keluar dari bawah reaktor dan selanjutnya diumpankan menuju ke *centrifugal decanter* (H-210). Sementara itu udara sisa yang dipakai untuk oksidasi di reaktor keluar lewat atas reaktor dan dibuang ke lingkungan.

c.) Tahap pemurnian produk

Hasil bawah reaktor yang berupa cairan yang terdiri dari asam benzoat, benzaldehid, air, katalis dan sisa toluena diumpankan menuju *centrifugal decanter* (H-210) untuk dipisahkan produk dengan katalis yang nantinya katalis akan diumpankan kembali ke dalam reaktor (R-110). Produk yang telah dipisahkan dengan katalis selanjutnya dipompa menuju Menara Distilasi-01 (D-310) untuk menguapkan air dan sedikit toluena. Hasil bawah Menara Distilasi-01 (D-310) diumpankan ke Menara Distilasi-02 (D-320) untuk memisahkan sisa air, toluena, benzaldehid, dan asam benzoat. Hasil atas Menara Distilasi-02 (D-320) dipompa kembali menuju reaktor (R-110) sedangkan hasil bawah Menara Distilasi-02 terdiri dari asam benzoat dan benzaldehid dipompa menuju *cooler-01* (E-318) untuk diturunkan suhunya sebelum masuk *mixer-02* (M-220).

Mixer-02 (M-220) berfungsi untuk mencampurkan produk yang berasal dari *cooler-01* (E-318) dan hasil bawah *evaporator-01* (V-610). Kemudian produk yang

telah homogen dipompa menuju ke *kristalizer-01* (S-410) selanjutnya menuju ke *filter-01* (H-220). Di dalam filter terjadi proses pencucian asam benzoat sehingga perlu penambahan *fresh water* agar asam benzoat yang dihasilkan murni tidak mengandung benzaldehid. Hasil samping *filter-01* (H-220) diumpankan menuju *rotary dryer* (B-510) untuk dikeringkan sehingga nanti menghasilkan kristal asam benzoat dengan kandungan air 0,5%. Sedangkan hasil bawah filter berupa *mother liquor* asam benzoat, benzaldehid, dan air akan diumpankan menuju *evaporator* (V-610) untuk menguapkan air beserta sedikit benzaldehid. Sementara itu hasil bawah *evaporator* (V-610) akan diumpankan menuju *mixer-02* (M-220) untuk di *recycle* menuju *kristalizer-01* (S-410).

3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1 SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

a. Reaktor

Kode	= R-110
Fungsi	= Mereaksikan toluena dengan udara menjadi asam benzoat dengan bantuan katalis kobalt asetat
Tipe	= Reaktor Gelembung (<i>Bubble Reactor</i>)
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Stainless steel 316 SA-167</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu (T)	= 150°C
- Tekanan (P)	= 3 atm
Fase Reaksi	= Gas-Cair
Volume	= 15,18 m ³
Diameter Shell	= 1,54 m
Tinggi Shell	= 7,68 m
Tebal Shell	= 0,1875 in
Tebal Head	= 0,1875 in
Tinggi	= 8,36 m
Lubang gas masuk (orifice)	
- Diameter	= 0,002 m
- Jumlah	= 31.452,98 buah
Pendingin	

- Tipe = Koil
- Sususnan Koil = Helix
- Bahan pendingin = Air

b. Dekanter

- Kode = H-210
- Fungsi = Memisahkan katalis dan sedikit bahan lainnya (bahan baku dan produk) berdasarkan kelarutan dan densitas
- Tipe = Centrifugal decanter
- Jumlah = 1 buah
- Material = Stainless steel 316 SA-167
- Kondisi Operasi
 - Suhu (T) = 150°C
 - Tekanan (P) = 3 atm
- Diameter Bowl = 16 in
- Kecepatan Motor = 6.250 rpm
- Power Motor = 40 hp

c. Menara Distilasi-01

- Kode = D-310
- Fungsi = Memisahkan campuran bahan hasil bawah dekanter
- Tipe = *Plat Sieve Tray*
- Jumlah = 1 buah
- Material = *Stainless steel 316 SA-167*
- Kondisi Operasi
 - Tekanan = 3 atm
 - Suhu atas = 134,05 °C
 - Suhu bawah = 251,12 °C
- Dimensi
 - Dimensi atas = 0,81 m
 - Dimensi bawah = 0,83 m
 - Tebal shell = 0,1875 in
 - Tinggi head = 8,1615 in
 - Tebal head = 0,1875 in
- Plate

- Total plate actual = 40 plate
- Seksi stripping bawah = 16 plate
- Seksi enriching atas = 24 plate

d. Menara Distilasi-02

Kode	= D-320
Fungsi	= Memisahkan campuran hasil bawah menara distilasi-01
Tipe	= <i>Plat Sieve Tray</i>
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Stainless steel 316 SA-167</i>
Kondisi Operasi	
- Tekanan	= 3 atm
- Suhu atas	= 175,85 °C
- Suhu bawah	= 291,90 °C
Dimensi	
- Dimensi atas	= 0,61 m
- Dimensi bawah	= 0,68 m
- Tebal shell	= 0,1875 in
- Tinggi head	= 7,2148 in
- Tebal head	= 0,1875 in
Plate	
- Total plate actual	= 32 plate
- Seksi stripping bawah	= 22 plate
- Seksi enriching atas	= 10 plate

e. Kristalizer

Kode	= S-410
Fungsi	= Mengkristalkan produk asam benzoat
Tipe	= <i>Swenson Walker Crystallizer</i>
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Stainless steel 316 SA grade 3</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu (T)	= 50°C
- Tekanan (P)	= 1 atm
Panjang	= 3,0480 m

Tinggi	= 0,6604 m
Lebar	= 0,6096 m
Tebal Shell	= 0,1875 in
Pendingin	
- Jenis	= Jaket
- Media pendingin	= Dowtherm A

f. Filter

Kode	= H-220
Fungsi	= Memisahkan kristal asam benzoat dari mother liquor
Tipe	= <i>Rotary drum vacuum filter</i>
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Stainless steel 316 SA-167</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu (T)	= 32,12°C
- Tekanan (P)	= 1 atm
Diameter	= 2,6319 m
Panjang	= 3,9478 m
Tebal Cake	= 0,3009 cm
Kecepatan Putar	= 10 rpm
Daya	= 2 hp

g. Evaporator

Kode	= V-610
Fungsi	= Menguapkan air dan sedikit benzaldehid yang merupakan hasil bawah filter
Tipe	= <i>Single effect evaporator</i>
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Stainless steel 316 SA-167</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu (T)	= 100,02°C
- Tekanan (P)	= 1 atm
Diameter	= 1,6289 m
Tinggi	= 7,2665 m
Tebal Shell	= 0,1875 m

Jumlah Tube	= 74 buah
Media Pemanas	= <i>Steam</i>
Dimensi head and bottom	
- Tipe	= <i>Torispherical dished</i>
- Tinggi	= 0,8901 m
- Tebal	= 0,3125 in

h. Rotary Dryer

Kode	= B-510
Fungsi	= Mengurangi kandungan air yang terdapat dalam kristal asam benzoat menjadi 0,5%
Tipe	= <i>Direct contact co-current rotary dryer</i>
Jumlah	= 1 buah
Material	= <i>Carbon steel SA 283</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu (T)	= 33°C
- Tekanan (P)	= 1 atm
Diameter	= 1,2632 m
Panjang	= 5,0527 m
Tebal Shell	= 0,1875 in
Suhu Padatan	
- Suhu Masuk	= 32,12°C
- Suhu Keluar	= 33°C
Waktu Tinggal	= 0,1194 jam
Media Pengering	= Udara Panas
Suhu Udara Panas	
- Suhu Masuk	= 100°C
- Suhu Keluar	= 80°C
Kecepatan Putar	= 3,84 rpm
Daya	= 2 hp

3.2 UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

Unit pendukung proses atau unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting untuk kelancaran suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses pabrik asam benzoat meliputi penyediaan air yang diperoleh dari air sungai sebanyak 27.208,34 kg/jam,

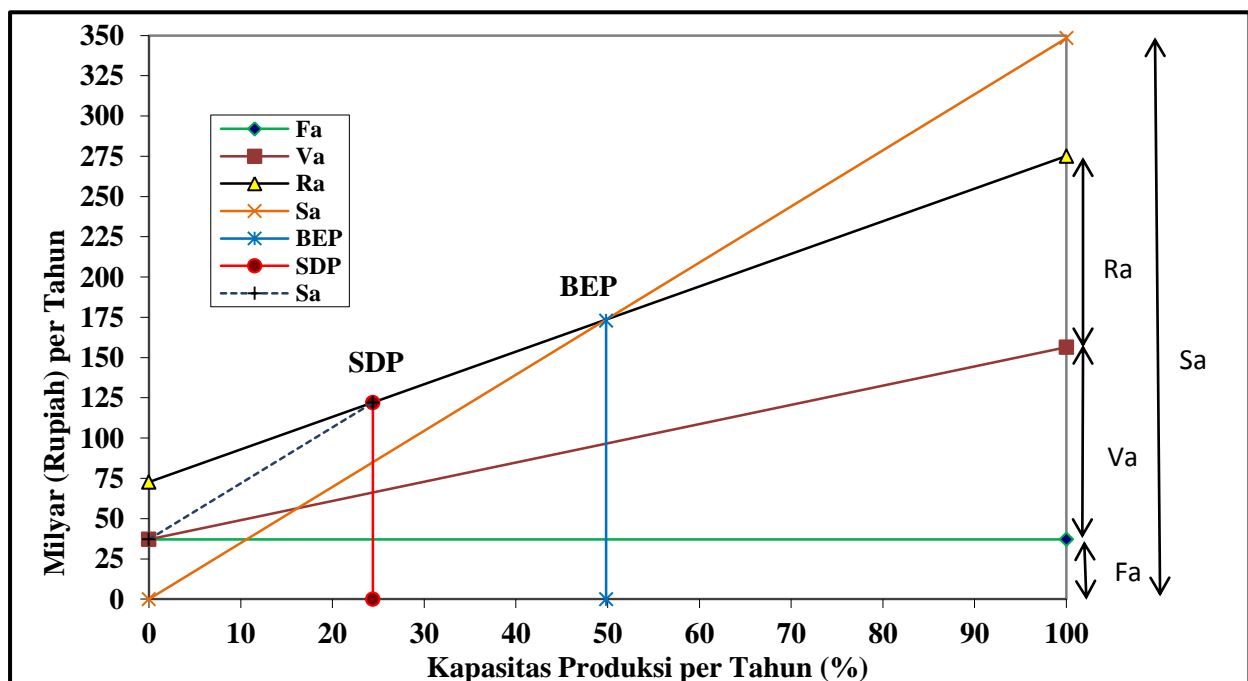
kebutuhan dowertherm A sebanyak 3.048,57 kg/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebanyak 300 kW sebagai cadangan, serta untuk kebutuhan bahan bakar sebanyak 420,26 kg/jam.

3.3 MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik asam benzoat dengan proses oksidasi toluena akan didirikan dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). dengan kapasitas produksi sebesar 45.000 ton/tahun yang akan didirikan di kawasan industri Tuban, Jawa Timur. Pabrik akan memiliki jumlah karyawan sebanyak 186 orang.

3.4 ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik asam benzoat. Modal tetap pabrik ini sebesar Rp 247.259.937.057 dan modal kerja sebesar Rp 22.617.794.048. Dari analisis ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 72.887.402.310 dan sesudah pajak sebesar Rp 54.665.551.733. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 29,48% dan sesudah pajak 22,11%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,53 tahun dan sesudah pajak 3,11 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 49,9% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,5%. *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 32,73%.



Gambar 1. Grafik analisa kelayakan pabrik asam benzoat

Keterangan: Fa : Fixed expense Ra : Regulated expense
 Sa : Sales Va : Variable expense

4. PENUTUP

Analisa ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik asam benzoat. Pabrik asam benzoat dengan proses oksidasi toluena digolongkan pabrik beresiko rendah karena bahan baku dan produk bukan bahan yang mudah meledak. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik asam benzoat kapasitas 45.000 ton/tahun yaitu sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 72.887.402.310 dan sesudah pajak sebesar Rp 54.665.551.733
2. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 29,48% dan sesudah pajak 22,11%. ROI untuk pabrik beresiko rendah sebelum pajak minimal 11% (Aries and Newton, 1955).
3. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,53 tahun dan sesudah pajak 3,11 tahun. POT pabrik sebelum pajak maksimal 5 tahun (Aries and Newton: 1955).
4. *Break Event Point* (BEP) sebesar 49,9% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,5%. BEP yang wajar untuk suatu pabrik kimia berkisar 40-60%.
5. *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 32,73% sedangkan suku bunga pinjaman di bank sekitar 10% per tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka pabrik asam benzoat dengan kapasitas 45.000 ton/tahun layak untuk didirikan di daerah Tuban, Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D., Chemical Engineering Cost Estimation, Mc Graw Hill International Book Company, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2015, Data Impor Benzoic Acid di Indonesia, www.bps.go.id, 02 Juni 2015
- Branan, C.R., 1994, Rules of Thumb for Chemical Engineering, Gulf Publishing Company, Texas.
- Brown, G.G., 1986, Unit Operation, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, Process Equipment Design, 1st edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1989, An Introduction to Chemical Engineering, Allyn and Bacon Inc., Massachusetts.
- Faith, Keyes and Clark, 1975, Industrial Chemical, 4th ed., Wiley and Sons Inc., New York.
- Froment, G.F., and Bischoff, K.B., 1990, Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons Inc., New York.

- Geankoplis, C.J., 2003, Transport Process and Unit Operations, 4th ed., Prentice-Hall International, Tokyo.
- Hoorn, J. A. A., Soolingen, J. Van., and G.F Versteeg, 2005, Modelling Toluene Oxidation Incorporation of Mass Transfer Phenomena, Chemical Engineering Research and Design, 83 (A2) : 187-195.
- Kern, D.Q., 1983, Process Heat Transfer, Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 2004, Encyclopedia of Chemical Technology, 4th edition, A Wiley Interscience Publisher Inc., New York.
- Perry, R.H. and Green, D.w., 1997, Perry's Chemical Engineering Handbooks, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2003, Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 5th edition, McGraw Hill International Book Company, New York.
- Rase, H.F. and Holmes, J.R., 1977, Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol 2 : Principles and Techniques, John wiley and Sons Inc., Kanada.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1996, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 4th ed., McGraw-Hill Book Co., New York.
- Treybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed. McGraw-Hill Book Company, Inc., Japan.
- Ullman, Fritz, 1985, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol 3, John Wile and Sons Inc., New York.
- Ullrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons Inc., Kanada.
- Wallas, S.M., 1988, Chemical Process Equipment (Selection and Design), 3rd edition, Butterworths, U.S.A.
- Yaws, C.L., 1999, Chemical Properties Handbook, McGraw Hill Company, New York.